



## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE RETROFIT DE EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS: EFICIÊNCIA DE SISTEMA DE PROTEÇÃO SOLAR<sup>1</sup>

GONÇALVES, Isabel Piúma (1); TREICHEL, Suzana (2); CUNHA, Eduardo Grala (3)

(1) UFPEL, e-mail: isabelpiumag@hotmail.com; (2) UFPEL, e-mail: suzanatreichel@gmail.com; (3) UFPEL, e-mail: eduardogralacunha@yahoo.com.br

### RESUMO

O projeto de edificações adequadas ao clima vem tornando-se imprescindível observando principalmente a necessidade da diminuição do consumo de energia nas edificações. No caso de edificações existentes, é indicado o "retrofit" para elevar o nível de eficiência energética, melhorar o conforto térmico e aumentar a vida útil. Assim sendo, o objetivo desse estudo piloto, é avaliar o nível de conforto térmico e a eficiência energética do edifício de escritórios Panoramic Center em Pelotas – RS, Zona Bioclimática 02, através de simulação computacional e verificar a contribuição do brise-soleil para o desempenho termoenergético. O método consiste na definição do objeto de estudo, simulação termodinâmica, análise do nível de eficiência energética observando o RTQ-C, projeto do sistema de brise-soleil, análise do nível de eficiência energética com brises, análise do nível de conforto térmico considerando os parâmetros de densidade de carga interna da NBR16401(2008) e análise dos resultados. Os resultados dizem respeito à contribuição do brise-soleil para o conforto térmico da edificação, além da influência da variação da densidade de carga interna no conforto térmico. Esse estudo contribui para a consolidação de um banco de dados acerca das estratégias de climatização passiva de edifícios de escritórios na ZB2, mostrando suas contribuições no desempenho termoenergético.

**Palavras-chave:** Retrofit. Simulação computacional. Desempenho termoenergético. Brise-soleil.

### ABSTRACT

*The design of appropriate building to the climate is becoming imperative particularly noting the need of reducing energy consumption in buildings. In the case of existing buildings, it is indicated "retrofit" to raise the level of energy efficiency, improving thermal comfort and increase shelf life. Therefore, the aim of this pilot study is to assess the level of thermal comfort and energy efficiency office building Panoramic Center in Pelotas - RS, bioclimatic zone 02, through energy modeling and check the brise-soleil's contribution to performance thermo-energetic. The method consists in defining the object of study, thermodynamic simulation, analysis of the energy efficiency level of the building observing the RTQ-C, the brise-soleil system design, energy efficiency level analysis with louvers, analysis of the thermal comfort level considering the charge density of internal parameters NBR16401 (2008) and analysis of results. The results concern the brise- soleil 's contribution to the thermal comfort of the building, beyond the influence of the variation of the internal load density in thermal comfort. This study contributes to the consolidation of a database about the passive cooling strategies of office buildings in ZB2, showing their contributions in performance thermo-energetic.*

**Keywords:** Retrofit. Computer Simulation. Performance thermo-energetic. Brise soleil.

---

<sup>1</sup> GONÇALVES, Isabel Piúma; TREICHEL, Suzana; CUNHA, Eduardo Grala. Contribuição para o processo de retrofit de edifício de escritórios: eficiência de sistema de proteção solar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Kopp (2012) com a crise do petróleo surgiu a necessidade de pensar em fontes alternativas de energia, racionalizar o consumo e aumentar a eficiência energética das edificações. No Brasil, a eficiência energética começou a ser discutida de forma mais efetiva após os apagões de 2001, embora já tivessem sido criados o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) na década de 80.

Nesse contexto surgiram diretrizes para um consumo mais eficiente, como a criação das normas NBR 15220 (2005) e NBR 15575 (2013) que visam melhorar o desempenho das edificações. Além destas normas, foi criado o RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos em 2009, e em 2010 foi criado o RTQ-R para edificações residenciais.

Além destas diretrizes, segundo Maragno (2000) alguns arquitetos começaram a retomar projetos de edificações adequadas ao clima, utilizando estratégias para melhoria do clima interno das edificações, após a crise energética no Brasil. Uma dessas estratégias bastante recorrente, é o brise-soleil. O brise-soleil é um elemento arquitetônico que se constitui de placas verticais, horizontais ou mistas dependendo da orientação solar, com a finalidade de impedir a incidência solar direta nos ambientes. Dessa forma, configura uma estratégia tanto para o conforto térmico como para o lumínico, pois reduz os ganhos térmicos provocados pela radiação solar direta, além de reduzir as iluminâncias elevadas e o ofuscamento.

Atualmente as estratégias passivas são cada vez mais utilizadas na arquitetura, assim como estudos sobre a eficiência energética de edificações. Esses estudos estão sendo desenvolvidos largamente através do uso das ferramentas de simulação computacional. Segundo Mendes et al (2005) a avaliação de desempenho termoenergético se torna muito complexa por envolver muitas variáveis. Por esse motivo, o surgimento dos programas computacionais para esse tipo de análise se tornou fundamental, possibilitando também analisar vários cenários, em casos de projetos ou propostas de intervenção.

## 2 OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o impacto da implantação de sistema de proteção solar em edifício de escritórios em Pelotas, RS, ZB2, no nível de conforto térmico e de eficiência energética acordando com o RTQ-C. A proposta enquadra-se num banco de dados que está sendo desenvolvido com o desempenho termoenergético de medidas de conservação de energia no envelope e em sistemas.

### 3 MÉTODO

A pesquisa apresenta ênfase quantitativa, utilizando a simulação computacional como estratégia. O método proposto consiste nas seguintes etapas: Definição do objeto de estudo, simulação termodinâmica do estudo de caso, análise e verificação do nível de eficiência energética atual da edificação acordando com o RTQ-C, geração dos modelos de referência, projeto do sistema de brise-soleil, análise e verificação do nível de eficiência energética após a implantação do sistema, análise do nível de conforto térmico considerando os parâmetros de densidade de carga interna da NBR16401 (2008) e análise dos resultados.

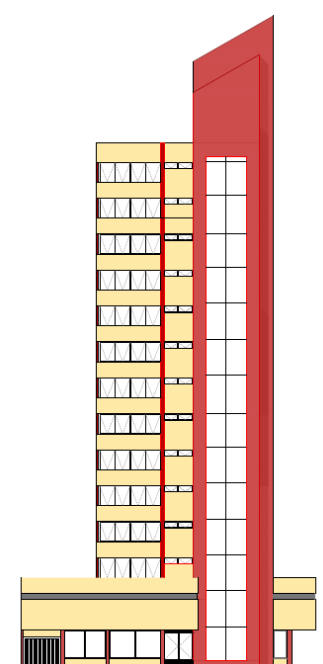
#### 3.1 Definição do objeto de estudo

O modelo escolhido representa uma tipologia comercial característica da cidade de Pelotas-RS, ZB02, de acordo com a NBR 15220 - 03 (2005). O edifício comercial Panoramic Center, construído em 1986, está inserido nos limites da Zona de Preservação do Patrimônio Cultural, de acordo com III Plano Diretor de Pelotas. A edificação possui quatorze pavimentos e um elevador panorâmico com vista privilegiada da cidade. (Figuras 01, 02 e 03)

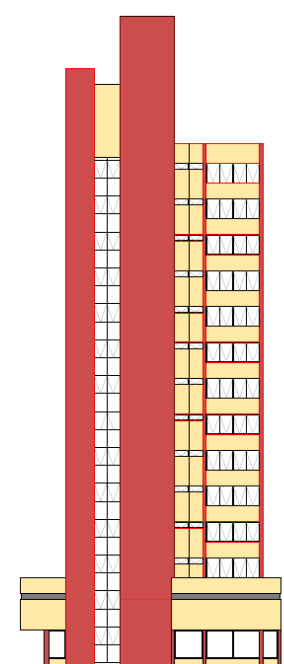
Figura 01: Ed. Panoramic Center    Figura 02: Elev. Noroeste    Figura 03: Elev. Sudoeste



Fonte: Google StreetView



Fonte: Os autores

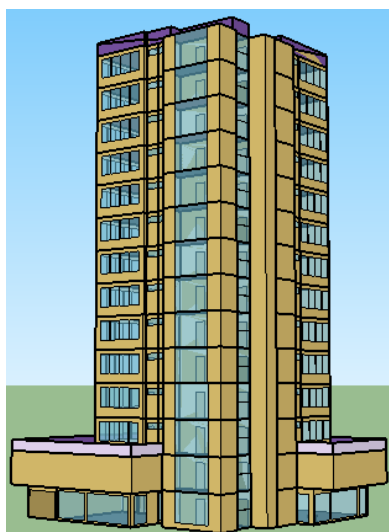


Fonte: Os autores

#### 3.2 Simulação termodinâmica do estudo de caso

A modelagem para a simulação computacional foi feita no programa Sketchup 2015 através do plugin Open Studio, onde foram determinadas as zonas térmicas, fechamentos opacos e aberturas da edificação (Figura 04).

Figura 04: Edifício modelado no Sketchup 2015



Fonte: Os autores

Após a confecção do modelo, foram configurados o arquivo climático e as agendas de uso e ocupação, equipamentos, materiais, iluminação e ar condicionado no IDF Editor, para posterior simulação no EPLaunch – Energy Plus 8.3. Os parâmetros utilizados nas simulações de cada um dos casos são apresentados na tabela 01, abaixo:

Tabela 01: Parâmetros de simulação

	Parâmetros	Variáveis	Observações
Modelo Real	Ocupação	Diversas	Os padrões de ocupação foram configurados individualmente de acordo com as entrevistas.
	Set point	25°C - Ventilação	Martins et. al. (2009 apud Knop, 2012)
	Set point	22°C-Aquecimento 24,5°C-Resfriamento	NBR 16401-2 (2008)
	Piso	Granito - 5 mm Cerâmico - 5mm	O piso de granito no térreo e o piso cerâmico no restante do prédio, conforme levantamento.
	Cobertura	Telha fibrocimento, ar e laje	Configuração conforme as plantas do projeto arquitetônico.
	Parede	Argamassa, tijolo furado, argamassa	As paredes foram configuradas com tijolo furado conforme estudos de Correa et al(2003).
	Vidro	Vidro absorvente 6mm	CEBRACE (2016)
	DCI Iluminação	12,284 W/m <sup>2</sup>	Conforme levantamento e ponderação da potência pela área.
	DCI Equipament.	10,7 W/m <sup>2</sup>	NBR 16401-1(2008)
	COP Ar condicion.	3,163-Aquecimento 2,99 - Resfriamento	De acordo com o levantamento e verificação do COP médio dos aparelhos de ar condicionado.

Modelo de referência Nível A	Área / pessoa	14,053 m <sup>2</sup> / pessoa	De acordo com o levantamento e ponderação do nº de pessoas/área.
	Cobertura	Argamassa, poliestireno, laje e argamassa	A cobertura atende aos valores de transmitância do RTQ-C para o nível A.
	Parede	Argamassa, poliestireno, tijolo e argamassa	As paredes atendem aos valores de transmitância do RTQ-C para o nível A.
	DCI Iluminação	9,7 W/m <sup>2</sup>	O valor de DCI foi configurado de acordo com a exigência do RTQ-C para o nível A.
	COP Ar condicion.	3,23 -Aquecimento 3,23 - Resfriamento	O valor COP foi configurado de acordo com a exigência do RTQ-C para o nível A.
Modelo de referência Nível B	Cobertura	Argam., poliestireno, laje e argamassa	A cobertura atende aos valores de transmitância do RTQ-C para o nível B.
	Parede	Argam., poliestireno, tijolo e argamassa	As paredes atendem aos valores de transmitância do RTQ-C para o nível B.
	DCI Iluminação	11,2 W/m <sup>2</sup>	O valor de DCI foi configurado de acordo com a exigência do RTQ-C para o nível B.
	COP Ar condicion.	3,02 -Aquecimento 3,02 - Resfriamento	O valor COP foi configurado de acordo com a exigência do RTQ-C para o nível B.
Elevada DCI	DCI Equipamentos	21,5 W/m <sup>2</sup>	O valor de DCI foi configurado de acordo com a NBR 16401-1 (2008).
	Área / pessoa	7,7 m <sup>2</sup> / pessoa	Configuração de acordo com a NBR 16401-1 (2008).

Fonte: Os autores

Nesse trabalho, foi utilizado o arquivo climático de Camaquã – RS que também pertence à ZB02, pois a cidade de Pelotas ainda não possui arquivo climático.

As agendas de uso e ocupação das salas comerciais foram configuradas a partir de entrevistas, onde foram levantados os horários de funcionamento, equipamentos, sistema de iluminação e ar condicionado de cada sala. Foram realizadas 21 entrevistas de um total de 37 salas, onde foi constatado que a maioria das salas possui sistema de climatização artificial, com exceção das salas 501 e 702.

### 3.3 Análise e verificação do nível de eficiência energética atual da edificação

Para analisar o nível de eficiência energética, primeiramente foi gerado um modelo de referência para cada nível de eficiência. Logo após, foram realizadas as simulações de cada edifício de referência e do edifício real. O objetivo desse processo é verificar qual modelo de referência se aproxima do modelo real, definindo assim o nível de eficiência do edifício.

Para criar os modelos de referência foi utilizada a metodologia descrita no RTQ-C, que consiste nas seguintes etapas: cálculo do novo PAFT (percentual

de abertura na fachada total); geração da geometria de cada modelo de referência com seu novo valor de PAFT calculado; configuração dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar de referência, além das modificações nos materiais da envoltória de acordo com cada nível. Após a realização da simulação computacional, a verificação do nível de eficiência energética da edificação contempla duas etapas distintas: a verificação do consumo energético de toda a edificação e a verificação do percentual de horas ocupadas em conforto (POC) das salas naturalmente ventiladas. Para verificação do consumo energético da edificação, foram simulados no *Energy Plus* cada um dos modelos de referência (A, B, C e D) e o modelo real, a fim de comparar o consumo energético do edifício real com o dos de referência, classificando assim, o nível de eficiência do edifício real. A segunda etapa consiste na verificação do POC (percentual de horas de conforto) das salas 501 e 702, através da análise de conforto adaptativo, descrito na ASHRAE 55.

### 3.3.1. Geração dos modelos de referência

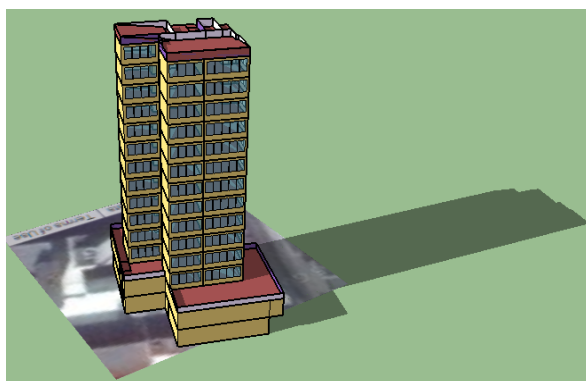
Primeiramente é necessário calcular os valores de Fator Altura e Fator de Forma para determinação do novo PAFT em cada nível de referência. Após a determinação destas variáveis, calcula-se o IC (indicador de consumo da envoltória). A equação varia de acordo com a zona bioclimática e a área de projeção da cobertura. Nesse trabalho, utiliza-se a equação 3, aplicável em edificações com área de projeção menor que 500m<sup>2</sup>, localizadas na ZB02. Posteriormente, define-se o ICmin e ICmax, utilizando a equação 3, porém adotando valores fixos estabelecidos para o PAFT, FS (fator solar), AVS (ângulo vertical de sombreamento) e AHS (ângulo horizontal de sombreamento). Para o ICmin, adotar: PAFT = 0,05; FS = 0,87 e AVS = AHS = 0. Para o ICmax, adotar: PAFT = 0,60; FS = 0,87 e AVS = AHS = 0. Dessa forma, é calculado o IC para cada nível de eficiência energética de acordo com o RTQ-C.

Com os valores de PAFT para cada nível, o edifício deve ser modelado com base nos novos valores de referência, além da configuração da envoltória, sistemas de iluminação e condicionamento de ar de acordo com cada nível. A envoltória, iluminação e condicionamento de ar são gerados a partir de recomendações do RTQ-C para cada nível de eficiência energética.

### 3.4 Projeto do sistema de brise-soleil

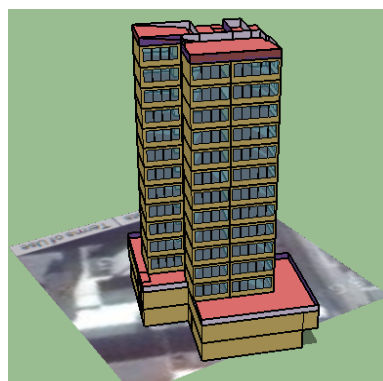
O brise-soleil foi projetado a partir do estudo de sombras da edificação realizado no programa Sketchup 2015, a fim de verificar quais horários cada fachada necessitava de dispositivos de proteção solar. O estudo de sombras contemplou os principais horários em que o edifício estava exposto à radiação solar durante o solstício de verão (Figuras 05, 06, 07, 08, 09 e 10).

Figura 05: Fachada NE – 21/12 – 08:00hs



Fonte: Os autores

Figura 06: Fachada NE.–21/12–12:00hs



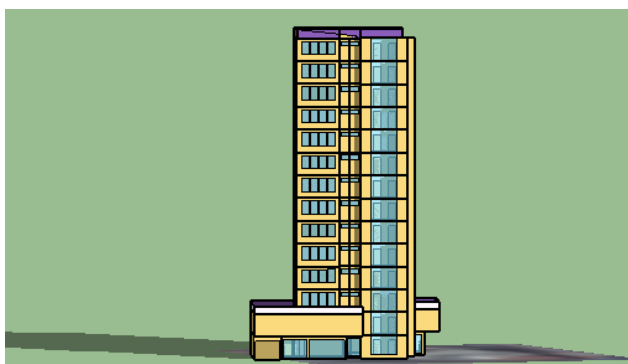
Fonte: Os autores

Figura 07: Fachada NO – 21/12 – 14:00hs



Fonte: Os autores

Figura 08: Fachada NO – 21/12 – 19:00hs



Fonte: Os autores

Figura 09: Fachada SO – 21/12 – 16:00hs



Fonte: Os autores

Figura 10: Fachada SO – 21/12 – 19:00hs

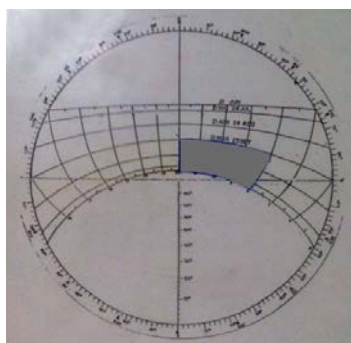


Fonte: Os autores

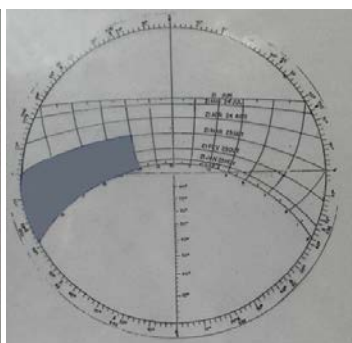
Após definir o horário de sombreamento de cada fachada, foram elaboradas as máscaras de sombreamento com auxílio da projeção estereométrica das trajetórias aparentes do sol. Como pode ser visto nas Figuras 11, 12 e 13 respectivamente, as aberturas da fachada nordeste devem ser sombreadas das 08:00 às 12:00hs, na fachada noroeste das 14:00 às 19:00hs e na fachada sudoeste das 16:00 às 19:00hs.



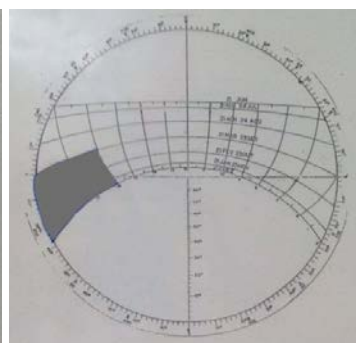
Figura 11: Fach. Nordeste    Figura 12: Fach. Noroeste    Figura 13: Fach. Sudoeste



Fonte: Os autores



Fonte: Os autores

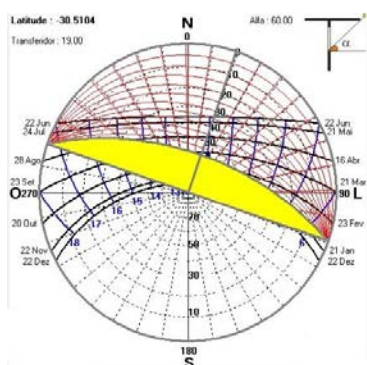


Fonte: Os autores

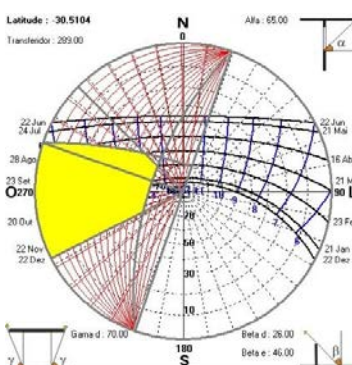
As figuras 14, 15 e 16 representam as máscaras de sombras para cada orientação solar. As máscaras foram elaboradas no software *Analysis Sol-Ar*, que permite obter a carta solar a partir da latitude especificada, a fim de auxiliar o projeto de brise-soleil.

A máscara de sombras obtida na fachada nordeste resultou no ângulo de sombreamento horizontal  $\alpha = 60^\circ$  (Figura 14). Na fachada noroeste, resultaram ângulos de sombreamento vertical  $\beta_{\text{esq}} = 46^\circ$  e  $\beta_{\text{dir}} = 26^\circ$ ,  $\alpha = 65^\circ$ , e  $\gamma_{\text{dir}} = 70^\circ$  (Figura 15). Já a fachada sudoeste, apresentou os ângulos  $\beta_{\text{dir}1} = 45^\circ$  e  $\beta_{\text{dir}2} = 88^\circ$ , além do  $\gamma_{\text{dir}} = 45^\circ$  (Figura 16).

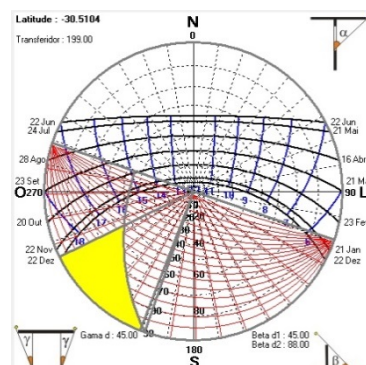
Figura 14: Fach. Nordeste    Figura 15: Fach. Noroeste    Figura 16: Fach. Sudoeste



Fonte: Os autores



Fonte: Os autores

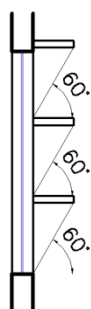


Fonte: Os autores

Respeitando os ângulos de sombreamento, foram elaborados croquis para o estudo da geometria dos brises para cada orientação solar (Figuras 17, 18 e 19). A figura 17 apresenta a geometria do brise composto por placas horizontais na fachada nordeste. A figura 18 apresenta o brise composto por placas verticais inclinadas de forma a barrar a radiação solar indesejada na fachada noroeste. A figura 19 apresenta a geometria composta por placas verticais inclinadas atendendo aos ângulos de sombreamento estudados para a fachada sudoeste.

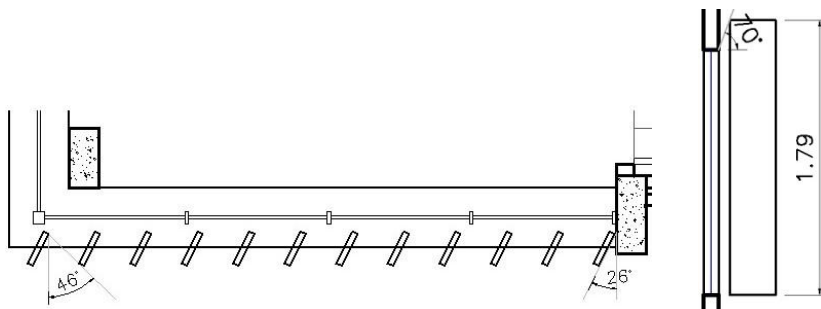


Figura 17: Brise Nordeste



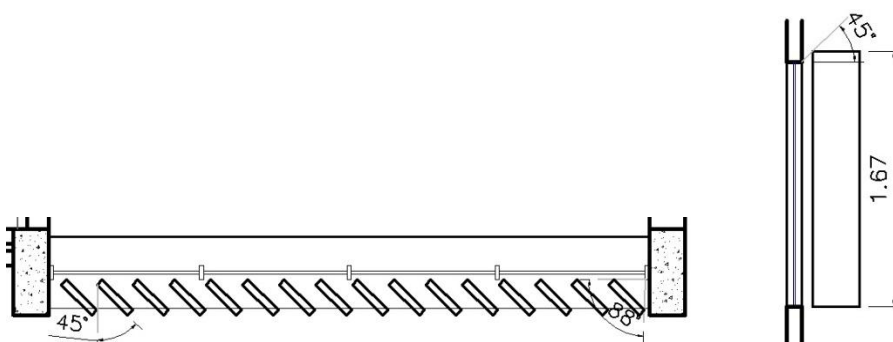
Fonte: Os autores

Figura 18: Brise Noroeste



Fonte: Os autores

Figura 19: Brise Sudoeste



Fonte: Os autores

### 3.5 Análise e verificação do nível de eficiência energética após a implantação do sistema

Após o projeto dos brises ser implementado na edificação, foram feitas as simulações de eficiência energética, a partir dos dados do modelo real, para verificação do impacto desse sistema no desempenho termoenergético de uma edificação existente. Ademais, após a simulação computacional, a verificação do nível de eficiência é feita em duas etapas anteriormente descritas: a verificação do consumo energético da edificação e a verificação do POC das salas naturalmente ventiladas.

### 3.6 Análise do nível de conforto térmico considerando os parâmetros de densidade de carga interna da nbr16401 (2008)

O estudo até então analisou as condições de conforto e o nível de eficiência da edificação existente e da proposta com brise-soleil, utilizando como base as informações de uso e ocupação levantadas a partir de entrevistas realizadas no local. Assim sendo, essa etapa do trabalho visa analisar o conforto térmico da edificação existente e da proposta com brise-soleil considerando uma alta densidade de carga de equipamentos de acordo com a NBR 16401-1(2008). O objetivo dessa etapa é verificar o quanto a alta densidade de carga interna (DCI) no edifício analisado interferiria nas condições de conforto térmico da edificação.

Dessa forma, são feitas análises considerando a DCI de  $21,5 \text{ W/m}^2$  e a ocupação de  $7,7\text{m}^2$  por posto de trabalho. Esses parâmetros são condizentes

com as informações da Tabela C.6 da NBR 16401-1, que estabelece a densidade típica de carga de equipamentos para diversos tipos de escritórios.

#### 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Posteriormente à simulação da edificação real, dos modelos de referência para cada nível e da edificação com brise-soleil, foram analisados os resultados de maneira a verificar o nível de eficiência obtido em cada situação. Para analisar os resultados, foi utilizado como base o procedimento descrito no RTQ-C. Dessa forma, foi verificado o consumo total de energia da edificação, que representa o equivalente numérico de simulação (EqNumS), além da análise do POC das salas ventiladas naturalmente, configurando o equivalente numérico de ambientes não condicionados (EqnumV). Os valores de consumo, obtidos na simulação no Energy Plus 8.3, são apresentados em kWh/ano na tabela 02, a seguir:

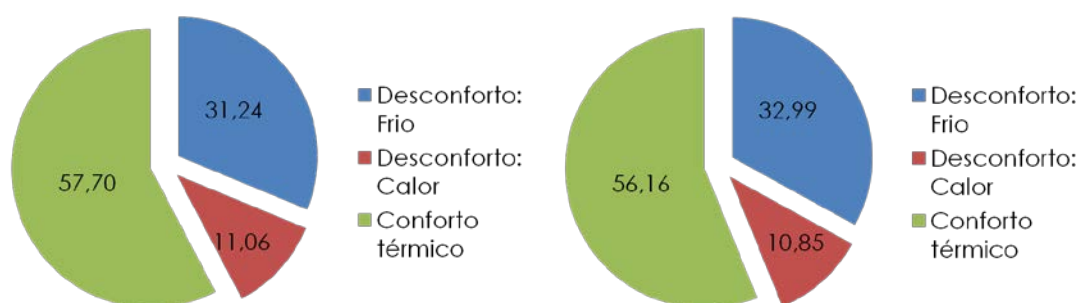
Tabela 02: Consumo energético anual para cada hipótese

CONSUMO - kWh/Ano	
NÍVEL A	37.786,43
NÍVEL B	42.357,81
EDIFÍCIO REAL	42.557,74
EDIFÍCIO COM BRISES	41.631,66

Fonte: Os autores

A análise do consumo de energia permitiu verificar que a edificação atualmente apresenta consumo anual condizente com o nível C de eficiência energética. O brise-soleil permitiu uma diminuição no consumo de energia de 926,08 kWh/ano, elevando o nível de eficiência da edificação para B. Em relação aos ambientes não condicionados, o procedimento utilizado é baseado na análise de conforto adaptativo, a fim de verificar o percentual de horas ocupadas em conforto térmico nas salas 501 e 702. As análises de conforto adaptativo da edificação atual e do edifício com brises são apresentadas nas figuras a seguir:

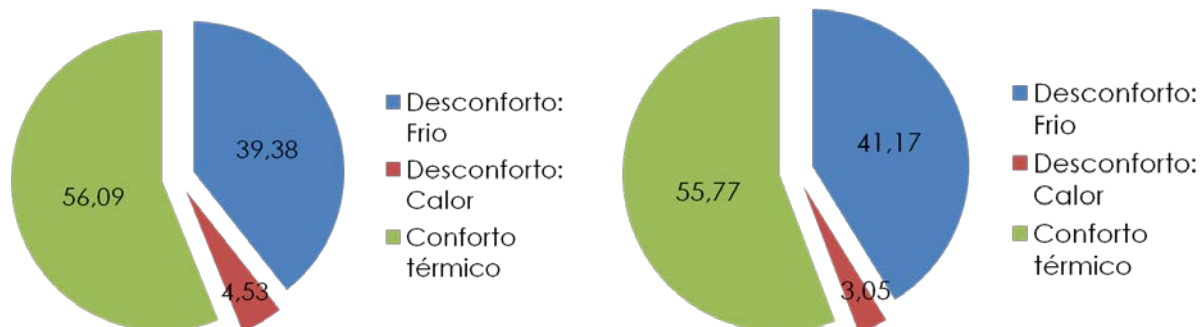
Figura 20: Conforto Adapt. 501 (ed. real) Figura 21: Conforto Adapt. 702 (ed. real)



Fonte: Os autores

Fonte: Os autores

Figura 22: Conforto Adapt. 501 (c/brises)      Figura 23: Conforto Adapt. 702 (c/ brises)



Fonte: Os autores

Fonte: Os autores

Conforme visto nas análises de conforto adaptativo, os brises diminuíram o desconforto para o calor, porém elevaram o desconforto para o frio. Dessa forma, o percentual de horas em conforto térmico, sofreu uma pequena redução ao longo do ano com a implantação do sistema.

O equivalente numérico para ventilação natural (EqNumV) foi determinado a partir do POC, segundo a tabela 6.4. do RTQ-C. Essa tabela apresenta o valor correspondente ao EqNumV de acordo com o percentual de horas ocupadas em conforto, determinando assim, a classificação final de A à E. De acordo com o RTQ-C, edifícios que possuem condicionamento artificial e ventilação natural:  $\text{EqNumV} \geq \text{EqNumS}$ . Nos casos que não atendam essa condição, a classificação final da edificação será determinada pelo EqNumV.

Nesse estudo, o EqNumV obteve o valor igual a 2, correspondente ao nível de eficiência D (Tabela 03). Dessa forma, como o valor do EqNumV é menor que o EqNumS, o nível de eficiência da edificação é definido pelo menor valor, sendo classificada com nível final D, tanto a edificação atual como o projeto com brises.

Tabela 03: Análise final EqNumV

	EqNumV	Classificação
50%<POC<60%	2	D

Fonte: Os autores

Em relação às análises de conforto adaptativo considerando alta densidade de carga interna, os resultados são apresentados nas figuras 24, 25, 26 e 27. As figuras 24 e 25 apresentam os gráficos de conforto adaptativo das salas naturalmente ventiladas, considerando a edificação real com alta DCI. As figuras 26 e 27 mostram os gráficos de conforto adaptativo para as salas naturalmente ventiladas na edificação com brise-soleil.

Figura 24: Conforto Adapt. 501 (ed. real) Figura 25: Conforto Adapt. 702 (ed. real)

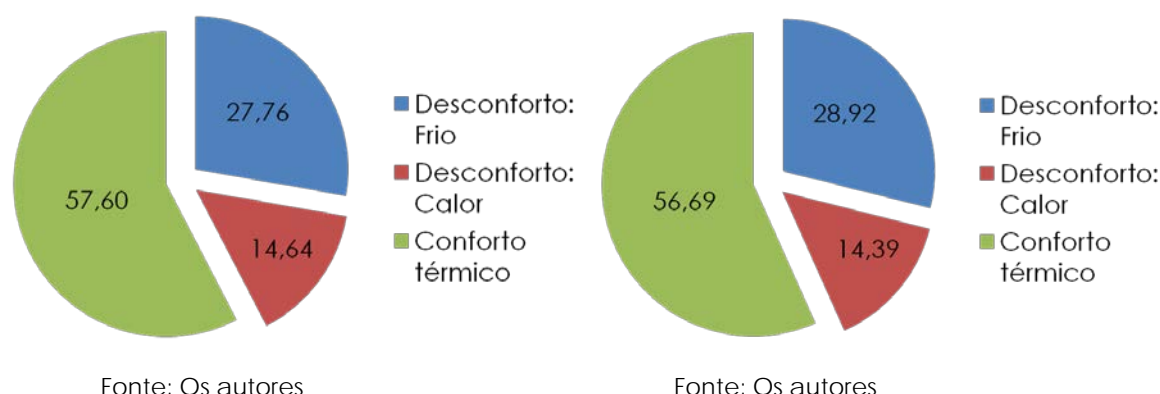
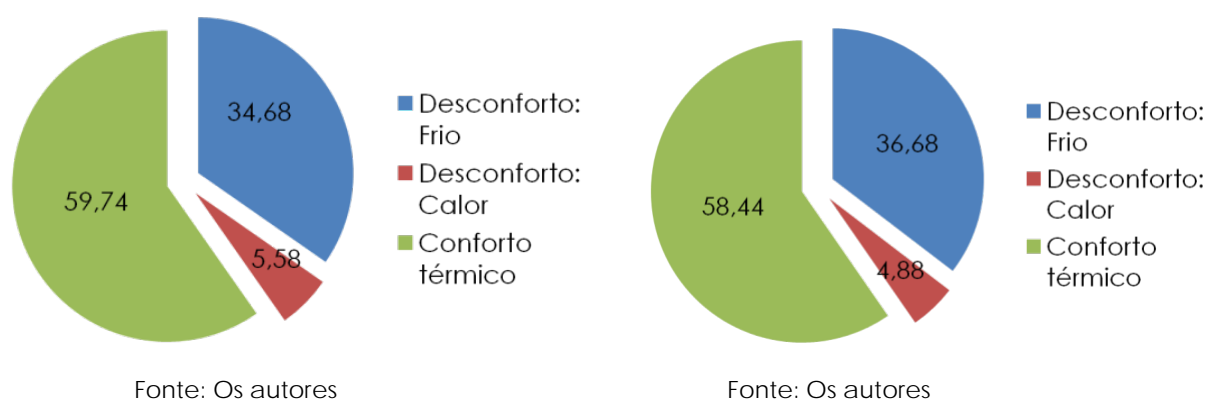


Figura 26: Conforto Adapt. 501 (c/brises) Figura 27: Conforto Adapt. 702 (c/ brises)



Neste caso apresentado, a elevação da DCI possibilitou a diminuição no desconforto para o frio, aumentando o desconforto para o calor. Nas análises de conforto adaptativo com alta DCI, os brises mostraram-se mais eficientes, possibilitando a elevação no percentual de horas em conforto térmico.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que o edifício comercial apresenta um baixo grau de eficiência energética, tendo obtido classificação nível D na pontuação final. Em relação ao projeto do brise-soleil, este apresentou aspectos positivos e negativos na sua implementação.

Os aspectos positivos a serem destacados foram a diminuição do consumo energético anual em 926,08 KWh, o que poderia elevar o nível de eficiência caso a edificação fosse apenas condicionada artificialmente. Outro importante ponto a ser destacado foi a diminuição do desconforto para o calor obtida nas salas naturalmente ventiladas. Entretanto, como resultado negativo, os brises elevaram o desconforto para o frio devido ao provável sombreamento das aletas nos planos envidraçados no inverno. Embora tenha sido elevado o desconforto para o frio, a diferença no percentual de horas em conforto térmico comparando a edificação atual com a edificação com brises, apresentou pouca variação ao longo do ano.

Ademais, a zona bioclimática 02 é marcada pelo inverno e verão igualmente rigorosos, que caracterizam obstáculos para a implantação de medidas passivas para o conforto térmico em ambos os períodos do ano.

A elevação da densidade de carga interna (DCI) de equipamentos e a diminuição da área por posto de trabalho, de acordo com os parâmetros da NBR 16401-1, apresentaram um aumento no percentual de horas de desconforto para o calor e diminuição do desconforto para o frio em ambas as tipologias estudadas. Em relação ao desempenho do sistema de brises implantado em uma edificação com alta DCI, este apresentou resultados positivos como a diminuição do desconforto para o calor e o aumento do percentual das horas em conforto térmico.

Apesar disso, a edificação em nenhuma das hipóteses estudadas apresentou o percentual mínimo aceitável de 80% das horas ocupadas em conforto térmico. Dessa forma, para obter um bom desempenho termoenergético nesse processo de retrofit, outras estratégias bioclimáticas deveriam ser estudadas e inseridas no projeto.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR. 16401-1**: Instalações de ar condicionado–sistemas centrais e unitários. Parte 1: Projetos das Instalações. Primeira Edição. Rio de Janeiro, 2008.

**Analysis SOL-AR**. LABEEEE,UFSC. Disponível em: < <http://www.labeeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 9 abr. 2016.

ASHRAE, A. N. S. I. Standard 55-2004, **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, GA, 2004.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 outubro 2001. Seção 1, p. 1, v. 138, n. 200.

FRACALOSSI, IGOR. **Clássicos da Arquitetura: Ministério de Educação e Saúde / Lucio Costa e equipe**. ArchDaily Brasil, ago, 2013. Disponível em: < <http://www.archdaily.com.br/br/01-134992/classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe>>. Acesso em: 9 abr. 2016.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Manual de Aplicação dos Requisitos Técnicos da Qualidade - RTQ-C.** Eletrobrás, 2010.

KNOP, S. **Comportamento termo energético de edificação histórica com novo uso na cidade de Pelotas: O Caso do Casarão 02 – Secretaria Municipal da Cultura.** Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas (Dissertação de Mestrado), Pelotas-RS, 2012, 142p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na Arquitetura.** 3ª Edição, 2013.

MARAGNO, G. V. **Eficiência e Forma do Brise-Soleil na Arquitetura de Campo Grande - MS.** Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação de Mestrado), Porto Alegre-RS, 2000, 203p.

MENDES, N.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS R.; NETO, J. A. B. C. N. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p.47-68, out./dez. 2005.